

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXII.

lich durch eine sehr veränderliche Temperatur aus, die während des Jahres zwischen 5° und 11° R. schwankt. Diese Veränderlichkeit läßt mit Bestimmtheit vermuthen, daß die Bildung jener Mineralquellen, d. h. die Absorption des Kohlensäuregases durch das Wasser, sehr nahe der Erdoberfläche erfolgen müsse. Approximativ kann man sogar diese Tiefe angeben. Alle Quellen nämlich, die aus einer geringeren Tiefe kommen, als die ist, bis zu welcher die Einflüsse der äußeren Lufttemperatur dringen, werden natürlich keine constante Temperatur zeigen. Die Tiefe aber, in welcher die Erdtemperatur anfängt constant zu werden, kann nicht an allen Orten unserer Erde dieselbe seyn, indem sie offenbar eine Function des Umfangs der thermometrischen Variationen der Lufttemperatur des Orts ist, je geringer dieser Umfang, desto kleiner jene Tiefe, und umgekehrt. Daher wird diese Tiefe in niederen Breiten größer als in höheren seyn. So fand auch Boussingault ¹⁾, daß diese Tiefe in den Tropen zwischen dem 11ten Grade nördlicher und dem 5ten südlicher Breite kaum 1 Fufs beträgt, indem Thermometer, in ein 8 bis 12 Zoll tiefes Loch unter Bedachung versenkt, entweder gar nicht, oder doch nur höchstens um einige Zehnthelle eines Grades variirten. Arago fand dagegen den Stand eines Thermometers, 25 Fufs unter der Oberfläche von *Paris*, noch nicht constant. D'Aubisson setzt diese Tiefe zwischen 46 und 61 F., und Kupffer 77 Fufs unter der Erdoberfläche. In dem nördlichen *Sibirien* scheint sich diese Tiefe bis über 90 Fufs herabzuziehen ²⁾, indem selbst noch in dieser Tiefe

1) *Annal. de chim. et de phys. T. LIII p. 225 et suiv.*

2) Diese Annalen, Bd. XXVIII S. 631.

Poggendorff's Annal. Bd. XXXII.

das Erdreich gefroren gefunden wurde. Diesen Beobachtungen gemäß dürfte die Tiefe, in welcher das Kohlensäuregas zu *Meinberg* in die Wasserkanäle tritt, ungefähr 50 Fufs unter der Erdoberfläche zu suchen seyn ¹⁾).

Für die Bildung dieser Mineralquellen in so geringer Tiefe spricht auch noch der Umstand, daß das Kohlensäuregas, welches sich aus denselben entwickelt, eine bei weitem größere Expansivkraft besitzt, als irgend eine Gasexhalation aus den vielen Mineralquellen, die ich in den Umgebungen des *Laacher Sees* untersucht habe. Keine dieser letzteren kann mehr als den Druck einer höchstens 5 Zoll hohen Wassersäule überwinden, während, wie ich fand, das zu *Meinberg* ausströmende Gas den Druck einer 12 Zoll hohen Wassersäule mit Leichtigkeit überwand, und ohne Zweifel den Widerstand einer einige Fufs hohen Wassersäule überwunden haben würde. Diese verhältnißmäßig bedeutende Expansivkraft des ausströmenden Gases läßt aber vermuthen, daß es

- 1) Es ist indeß zu bemerken, daß selbst die Temperatur von Quellen, die constant die mittlere des Orts übertrifft, dennoch während des Jahrs einige Schwankungen zeigen und dem Gange der äußeren Lufttemperatur folgen kann. So ist die aus 12monatlichen Beobachtungen abgeleitete mittlere Temperatur einer Quelle zu *Wert* in *Westphalen* 9°,6743 R., das Maximum im Juli 10°,32, das Minimum im December 9°. Gleichwohl müssen wir annehmen, daß diese Quelle aus einer Tiefe kommt, wo schon eine die mittlere Lufttemperatur übersteigende Wärme herrscht; denn diese wird in *Wert* zwischen 7° und 8° R. fallen. Es können also selbst bis dahin Wasser dringen, ohne daß ihre von außen mitgebrachte Temperatur ganz aufgehoben wird. Da aber die mittlere Temperatur der *Meinberger* Mineralquellen ziemlich nahe der mittleren der dortigen süßen Quellen oder der dieser entsprechenden mittleren von *Meinberg* kommt, so können die Wasser dieser Mineralquellen noch nicht dahin gelangen wo die Temperaturzunahme im Innern der Erde anfängt.

von seinem Ursprunge her als Gas ausströmt, ohne vorher von Wasser absorhirt gewesen zu seyn; denn Gas, welches sich aus Wasser, von dem es absorhirt war, in Folge des sich beim Heraufsteigen desselben vermindern- den hydrostatischen Drucks entwickelt, kann natürlich nur eine dem äußeren Luftdrucke gleichkommende oder doch nur sehr wenig denselben übertreffende Expansivkraft haben.

Diejenigen, welche das Emporsteigen der Mineralquellen aus einer Wirkung des Druckes, den das Wasser von dem in dem unterirdischen Laboratorium erzeugten Kohlensäuregas erleidet, erklären, bedenken wohl nicht, daß damit die Regelmäßigkeit in dem Hervorquellen derselben unvereinbar ist. Ich habe viele an Kohlensäure reiche Mineralquellen zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten anhaltend zu beobachten Gelegenheit gehabt, und stets eine ungemeine Regelmäßigkeit in dem Hervorquellen und Abfließen des Wassers und in der Entwicklung des Kohlensäuregases bemerkt. Die letztere erfolgt aus den an Kohlensäure sehr reichen Mineralquellen in ununterbrochenen Strömen, so daß die ganze Quelle zu kochen scheint; aus den hingegen minder reichen steigt das Gas entweder in zahllosen kleinen Bläschen, oder periodisch in einzelnen größeren Blasen auf. Uebrigens richtet sich die Größe der Blasen auch nach der Beschaffenheit des Terrains; kommt die Quelle aus größeren Spalten des Gebirges, so sind die Blasen groß, kommt sie aus vielen kleinen Oeffnungen einer porösen Steinart, z. B. aus Trafs, so sind sie oft nicht größer als die Gasperlen aus Champagner Wein. Unter mehreren Beispielen einer merkwürdigen Regelmäßigkeit in der Entwicklung des Kohlensäuregases führe ich nur folgendes an. Vor 8 Jahren sah ich in einer Mineralquelle neben vielen kleinen ununterbrochen aufsteigenden Gasbläschen einzelne größere sich erheben, die in regelmäßigen Zeit-

intervallen von $1\frac{1}{2}$ Secunde ohne Unterbrechung auf einander folgten, und 7 Jahre später, als ich diese Quelle wieder besuchte, zeigte sich genau noch dasselbe Verhalten. Erfolgte das Aufsteigen des Wassers nach Art eines Heronsballes, so mußte Wasser und Gas mit einander abwechseln, wie dies beim stoßweisen Hervortreten des *Sprudels* und des *Neubrunnens* zu *Carlsbad* ¹⁾, so wie in einem viel großartigeren Styl beim *Geyser* und *Strok* auf *Island* ²⁾ der Fall ist. Bei allen Mineralquellen hingegen, wo ein periodisches Aufsteigen des Kohlensäuregases stattfindet, zeigt sich durchaus keine Unregelmäßigkeit in dem Hervorquellen des Wassers. Dafs die Art der Kohlensäure-Entwicklung abhängt von der verschiedenen Richtung und von ungleicher Weite der Quellenadern, von kleinen Höhlungen an Stellen, wo dieselben wenig geneigt sich fortziehen, und in welchen locale Anhäufungen von Gas sich bilden und von anderen formellen Verschiedenheiten in dem unterirdischen Wasserlaufe, ist leicht einzusehen. Dafs hier und da sogar gröfsere Klüfte mit comprimirtem Kohlensäuregas und auch mit anderen Gasarten angefüllt im Innern der Erde vorhanden sind, zeigen mehrere, beim Bohren nach Mineralquellen und artesischen Brunnen, beobachtete Erscheinungen ³⁾.

Wenn demnach das Hervorspringen der Quellen, mit sehr wenigen Ausnahmen, eine Wirkung des hydrostatischen Drucks höher gelegener Wasserbehälter ist, so muß man noch die Frage aufwerfen, wie in einen geschlossenen unterirdischen Wasserlauf ein Gas treten könne,

1) Gilb. Annal. Bd. LXXIV S. 126.

2) Ebend. Bd. XLIII S. 50.

3) S. unter anderen Brandes, die Mineralquellen etc. zu Meining. Lemgo 1832. S. 231 u. fg. — Die artesischen Brunnen in und um Wien, von v. Jacquin und Partsch. Wien 1831. — Hericart de Thury in *Ann. de chim. et de phys.* T. LIII p. 208.

ohne daß jener gestört werde. Denn es lassen sich kaum Processe im Innern der Erde denken, in denen durch bloßes Zusammentreffen des Wassers mit Steinmassen, etwa mit kohlensaurem Kalk, Kohlensäure aufgenommen werden könnte, ohne daß dieselbe vorher ausgeschieden worden wäre. Selbst wenn wir dem Obigen entgegen annehmen wollten, daß die von den eindringenden Meteorwassern aufgenommene Kohlensäure stets im liquiden Zustande vorhanden wäre, so würden dieselben doch bald nach Aufnahme dieses Liquidums bis zum Orte seiner Entstehung gelangen. Da aber der verhältnißmäßig geringe Gehalt der Sauerlinge an fixen Bestandtheilen keine Spuren energischer Processe in und mit dem Wasser zeigt, so dürften dieselben durch die Gegenwart von Wasser eher gestört als befördert werden.

Um zu erfahren, welchen Einfluß das Hinzutreten eines Gases zu einem hydrostatischen Wasserlaufe habe, verband ich zwei 4 Fuß lange Glasröhren mit einer messingenen Röhre, so daß sie einen umgekehrten Heber bildeten. An der messingenen Röhre befand sich, unter einem rechten Winkel abstehend, ein zweites Rohr mit einem Hahn von enger Oeffnung des Hahnschlüssels. In dieses Seitenrohr wurde eine kleine Tubulatretorte gekittet. War der Hahn verschlossen, so bildete der Apparat eine ununterbrochene Wasserleitung. Selbst, wenn er ungeschlossen war, lief Wasser oben aus dem kürzeren Schenkel so lange ununterbrochen aus, als in den längeren eingegossen wurde; denn die in der Retorte eingeschlossene Luft wurde bloß etwas comprimirt, ohne daß aber wegen der engen Oeffnung des Hahnschlüssels Wasser ein- und austreten konnte. Wurde endlich in der Retorte Kohlensäuregas entwickelt und der Hahn geöffnet, so trat das Gas in den Wasserlauf in einzelnen Blasen, stieg in den kürzeren Schenkel hinauf und entwickelte sich aus dem Wasser eines oben angebrachten kleinen Bassins. Während dieser Kohlensäure-Entwicklung in diesem, das

treue Bild einer Mineralquelle darstellenden Apparate lief das Wasser ohne Unterbrechung aus dem Bassin ab, und nur in dem längeren Schenkel oscillirte die Wassersäule wenig. Wenn nun unter diesen Umständen, wo jede in den Wasserlauf eintretende Gasblase die Röhre ganz ausfüllte, und beim Heraustreten eine augenblickliche Unterbrechung des Wasserlaufes herbeiführen mußte, dennoch keine merkliche Störung in dem Abflusse wahrzunehmen war, so kann dieß in der Natur um so weniger geschehen, da hier wohl selten die Gasblasen die Wasserkanäle ganz ausfüllen. Wenn endlich das Zutreten des Kohlensäuregases zum Wasserlaufe in der Tiefe unter starkem hydrostatischen Drucke erfolgt, so wird das Gas sogleich absorbirt, kann daher noch weniger störend auf denselben einwirken, und kommt erst wieder nach und nach zum Vorschein, wenn der Wasserdruck in den höheren Punkten der Leitung abnimmt.

Wir brauchen demnach, um die Absorption des Kohlensäuregases durch das Wasser und die nachherige Auflösung der Bestandtheile in diesem Kohlensäure-Wasser, mit einem Worte, um die Bildung einer gasreichen Mineralquelle zu erklären, bloß anzunehmen, daß enge Kanäle im Innern der Erde, aus der Tiefe kommend, in weitere sich münden, jene Kohlensäuregas zuführen, und diese mit Wasser erfüllt sind.

XXVI. *Betrachtungen über die heißen Quellen der Cordilleren; von Hrn. Boussingault.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. LII p. 181.*)

Die Geologen sind noch getheilter Meinung über die Ursache der Wärme heißer Quellen. Die einen leiten diese Wärme von der hohen Temperatur des Innern der Erde ab, die anderen dagegen von einer localen chemi-

schen Action, wie eine vulkanische Ursache seyn könnte. Laplace ist, glaube ich, der Erste, welcher die Wärme heißer Quellen aus der hohen Temperatur des Erdinnern erklärte, und man muß bekennen, daß man an mehreren Punkten der Cordilleren Thatsachen beobachtet, die diese sinnreiche Erklärung unterstützen. So glaubt man in der Küstencordillere von Venezuela zu bemerken, daß die heißen Quellen eine desto geringere Temperatur besitzen, je höher sie liegen. Die heiße Quelle von *Trincheras* bei *Puerto-Cabello*, welche fast im Niveau des Meeres liegt, besitzt eine Temperatur von 97° C., wogegen die Quelle von *Mariana*, welche schon in einer Höhe von 476 Meter vorkommt, nur 64° C. zeigt, und die Quelle von *Onoto* in 702 Meter Höhe gar nur $44^{\circ},5$ C.

In der Trachytformation, vor allem in der Nachbarschaft von Vulkanen, beobachtet man diese regelmäßige Abnahme in der Temperatur der heißen Quellen nicht mehr, vielmehr scheint es, daß hier die örtliche Ursache, welche die vulkanischen Erscheinungen veranlaßt, einen merkbaren Einfluß auf die Temperatur dieser Gewässer ausübe. Es wird also ungemein interessant zu untersuchen, ob die heißen Quellen ihren Ursprung in den Essen der Vulkane haben. Es schien mir möglich, diese Frage zu beantworten, wenn man die Wässer der heißen Quellen in der Nähe der Vulkane chemisch untersuche und dabei vor allem auf die Natur der aus ihnen entweichenden Gase achte. Wären nämlich diese Gase dieselben, welche wir in den Kratern auffinden, so würde man mit starkem Grund vermuthen dürfen, daß jene Wässer mit den in den Essen der Vulkane befindlichen Stoffen in Berührung kamen. Dann erlangt die Bestimmung der in den Mineralwässern gelösten Salze ein neues Interesse, weil man diese als die löslichen Stoffe betrachten muß, welche im Innern der Vulkane vorhanden sind oder gebildet werden.

Dergleichen Betrachtungen haben mich veranlaßt, die Mineralwässer, die ich auf meinen Reisen antraf, zu analysiren. Ich begnüge mich, die erhaltenen Resultate anzuführen und übergehe das Detail der chemischen Operationen.

Heisse Quellen in der Nähe des Vulkan Tolima:

1) *Schwefelwasser von Juan* in etwa 4000 Meter Höhe und von 32° C. enthält Schwefelwasserstoffgas und Kohlensäure. — 2) *Wasser von Toche in der (Solfatara) Quindiu*, Höhe 1955 Met., Temp. 35°,5 C., Bestandtheile: freie Kohlensäure in großer Menge, kohlensaurer Kalk 0,00015, Chlornatrium 0,00002, kohlensaures Eisen und Kieselerde Spuren.

Quellen in der Nähe des Vulkan Puracé: 1) *Agua-tibia*, Höhe 4000 Met., Temp. 36° C., Schwefelwasserstoffgas und Kohlensäure, keine merkliche Menge von Salzen. — 2) *Wasser von Coconuco*, Höhe 2500 Met., Temp. 72°,8 C., Kohlensäure- und Schwefelwasserstoffgas in sehr großer Menge, schwefelsaures Natron 0,00390, Chlornatrium 0,00275, doppelt-kohlensaur. Natron 0,00069, kohlensaurer Kalk 0,00010, Kieselerde 0,0005. Es setzt eine Concretion ab, auf die ich in einer besonderen Abhandlung zurückkommen werde ¹).

1) Hr. Boussingault hat diesen Aufsatz in den *Ann. de chim. et de phys. T. LII p. 396* mitgetheilt. Folgendes ist das Wesentliche seines Inhalts.

Das Dorf Coconuco, bei dem die in Rede stehende Quelle entspringt, liegt an der Straßse von Popayan nach dem Vulkan Puracé, in einer höchst romantischen Gegend, wo man den Blick zugleich in das versengende Cancathal und auf die Schneemassen des Puracé und des Haila hat, und eines ewigen Frühlings genießt. In demselben Hochthale findet sich der schöne Wasserfall des Rio Vinagre. Die erwähnte Quelle schießt mit großer Heftigkeit aus Trachyt hervor, und verbreitet eine solche Menge Kohlensäure und Schwefelwasserstoffgas, daß es gefährlich ist, lange dicht bei ihr zu verweilen. Dessenungeachtet enthält das Wasser (wegen seiner hohen Temperatur, welche 72°,8 C. beträgt)

Quellen in der Nähe des Vulkan Pasto. Wasser von Pandiaco, Höhe 2571 Met., Temp. 36° C. Bestandtheile: Kohlensäure, ferner doppelt-kohlensaurer Kalk 0,00005, kohlensaures Natron 0,00061, kohlensaure Magnesia, kohlensaures Eisen, Kieselerde Spuren. Es setzt einen Kieselstein in so beträchtlicher Menge ab, daß mehre Kalköfen darauf errichtet sind.

Vulkan Tuquères. Auf dem Wege von Tuquères nach Guachucal sieht man eine kalte Quelle aus der sich Schwefelwasserstoffgas entwickelt.

Vulkan Cumbal. Zwischen ihm und dem Gletscher

wenn es erkaltet ist, nichts mehr vom Schwefelwasserstoffgas, und, wenn man es durch Kochen von der kleinen Menge kohlensauren Kalks befreit hat, nur die bereits angegebenen Natronsalze, und außerdem (wie Hr. B. hier bemerkt) Spuren von kohlensaurer Magnesia und kohlensaurem Manganoxydul. Der Fels, aus dem diese Quelle entspringt, ist mit einem aus dem Wasser abgelagerten Absatz überzogen. Derselbe ist schmutzig weiß, durchscheinend und vom specifischen Gewicht 2,77. Er ritzt Kalkspath stark, wird aber vom Flußspath geritzt. Er löst sich unter Aufbrausen, aber langsamer wie Kalkspath, darin dem Dolomit ähnelnd. Vor dem Löthrohr wird er schwarz und giebt dann Chlor bei Behandlung mit Salzsäure. Eine damit angestellte Analyse ergab als Bestandtheile dieses Absatzes: kohlensauren Kalk 0,742, kohlensaures Mangan 0,210, kohlensaure Magnesia 0,040 und schwefelsaures Natron 0,008. Hiernach ist Hr. B. geneigt denselben als eine Verbindung von 4 Atomen oder 77 Proc. kohlensauren Kalk und 1 Atom oder 23 Proc. kohlensauren Mangan (oxydul?) zu betrachten, wobei er jedoch an die Isomorphie beider Salze erinnert. Mangan ist zuerst von Bergmann in einem Mineralwasser angetroffen, und später von Berzelius im Kalkstein von Carlsbad; allein so reichlich, wie es im Wasser von Coconuco vorkommt, meint Hr. B., sey es wohl noch in keiner heißen Quelle aufgefunden worden. Das Mangan wurde übrigens aus der salzsauren Lösung des Absatzes durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt, das Schwefelmangan wieder in Chlorwasserstoffsäure gelöst, mit kohlensaurem Alkali gefällt und in Oxydul-Oxyd verwandelt. Die übrigen Bestandtheile wurden auf die gewöhnliche Weise bestimmt. Flußsäure, nach der Hr. B. eigends suchte, fand sich nicht.

von Chili kennt man eine sehr ergiebige Mineralquelle, die Kohlensäure und Schwefelwasserstoff entweichen läßt, und deren Wasser so heifs ist, dafs darin ein Ei hart wird.

Vulkan Antisana. In der Meierei *Lysco* in 3549 Meter Höhe findet man eine Quelle von 27°,2 C. Temperatur, deren Wasser viel Kohlensäure so wie Eisen enthält, und einen Kalksinter absetzt, der, wie zu *Pandiac*, zu einen Kalkbruch geworden ist.

Vulkan Cotopaxi. Im Indianerdorf *Alangazi* am Fusse des Cotopaxi giebt es mehrer heifse Quellen. Die von *los Belermos* besitzt eine Temperatur von 36°,7 C., und ein Wasser, das fast rein ist, nur Spuren von Chlornatrium, Chlormagnium und Chlорcalcium enthält. Auch mehrer Schwefelwässer finden sich in den Umgebungen des Cotopaxi.

Vulkan Tunguragua. Der Tunguragua zeigt an seinem Fusse mehrer heifse Quellen. Die Quelle von *los Baños* hat grossen Ruf im Lande; sie ist eisenhaltig, besitzt eine Temperatur von 54°,4 C., läfst viel Kohlensäure entweichen und setzt einen mit kohlensaurem Kalk gemengten Ocker ab. Das Dörfchen *los Baños* liegt 1909 Meter über dem Meere, an der Strafse von Quito zu den Missionen am Amazonenflufs.

Eine andere Quelle am Tunguragua ist die im Giefsbache *Batcun*, aus der man ein abführendes Salz gewinnt, dem grosse Heilkräfte zugeschrieben werden. Das Wasser enthält: schwefelsauren Kalk 0,00072, schwefelsaure Magnesia 0,0012, schwefelsaures Natron 0,00443, Chlornatrium 0,00158, Kieselerde Spuren.

Der *Chimborazo*, der offenbar ein alter Vulkan ist, zeigt bei Mocha Quellen, aus denen sich Kohlensäure- und Schwefelwasserstoffgas entwickelt.

Endlich giebt es in der Umgegend von *Cuenca*, in einer von Porphyren gehobenen Sandsteinformation, welche erstere sich an die Trachyte des Vulkans *Sangay*

anschliessen, eine sehr heisse Quelle, welche die nämlichen Gase in grosser Menge liefert.

Die eben angeführten Thatsachen sind, wie mir scheint, hinreichend, auf eine allgemeine Weise festzustellen, dass Gase, welche die in der Nachbarschaft der Vulkane entspringenden Quellen begleiten, dieselben sind, welche in den Krateren dieser Vulkane angetroffen werden ¹⁾. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die heissen Quellen in der Trachytformation der Cordilleren ihre hohe Temperatur unterirdischem Feuer zu danken haben, und sehr natürlich stellt sich dabei der Gedanke ein, dass die Salze durch die aus dem Innern der Vulkane kommende Wässer aufgelöst oder mit fortgerissen worden sind. In der Annahme, dass die in den heissen Wässern enthaltenen Salze sich im Innern der Vulkane der Cordilleren vorfinden, kann man die Gegenwart des Kohlensäure- und Schwefelwasserstoffgases in deren Krateren ziemlich genügend erklären. So lässt sich die Kohlensäure als ein Product vom kohlensauren Kalk oder vom kohlensauren Natron ansehen. Im ersteren Fall würde blosse Hitze zur Entwicklung dieses Gases hinreichend seyn, im zweiten müfste man, aufser der hohen Temperatur, noch annehmen, dass das kohlensaure Alkali mit einer kiesel- oder thonerdehaltigen Substanz, z. B. mit dem Trachytfels selbst in Berührung käme.

Was das Schwefelwasserstoffgas betrifft, so kann man sich denken, es sey aus der Reaction von Wasserdampf auf Schwefelnatrium entstanden. Denn daraus würde schwefelsaures Natron entstehen, ein Salz, das man in den meisten heissen Quellen antrifft, und Schwefelwasserstoffgas, welches sich sowohl in diesen Quellen als in den Krateren der Vulkane vorfindet.

Geht man dieser Erklärung weiter nach, so muss man auch von den Reactionen Rechenschaft ablegen, wel-

1) Siehe Hrn. Boussingault's Untersuchung dieser Gase, Bd. XXXI S. 148 dieser Annalen. P.

che das Chlornatrium darbieten könnte; denn da dieses Salz in der Mehrzahl der heißen Quellen vorhanden ist, so müßte es, nach unserer Hypothese, auch in den Essen der Vulkane zugegen seyn. Wenn nun Chloride von Alkalien unter Mitwirkung von Wasserdampf zusammenkommen in einer hohen Temperatur, so entwickelt sich Chlorwasserstoffgas. Dieses Gas findet sich aber, wie ich beobachtete, nicht unter den elastischen Flüssigkeiten, welche aus den Aequatoreal-Vulkanen hervorströmen. Vielleicht, daß die Abwesenheit dieses Gases von der Ursache herrührt, welche sie nie im freien Zustande in den heißen Quellen finden läßt, und welche in der Anwesenheit kohlensaurer Salze begründet ist. Begreiflicherweise kann nämlich Chlorwasserstoffsäure nie mit kohlensauern Salzen zusammenkommen, ohne sie zu zersetzen. Wenn also diese Salze, gemengt mit Chlornatrium und anderen Salzen, wirklich in den Essen der Vulkane vorkommen, so ist einzusehen, daß sie von der Chlorwasserstoffsäure in dem Maasse als sie frei ward, zersetzt werden müssen, unter Entwicklung von Kohlensäure und Bildung neuer Chloride von Alkalien und Erden. Kommen dagegen in einem Vulkan Chloride ohne Beimengung von kohlensauern Salzen vor, so könnte sich Chlorwasserstoffsäure entwickeln. In dieser Hypothese könnten also die Chlorwasserstoff- und Kohlensäure nur dann zusammen vorkommen, wenn die mit den Carbonaten gemengten Alkali-Chloride vorwalteten.

Ich werde diese Betrachtungen über die heißen Quellen mit der Untersuchung beschließen, ob die Temperatur derselben Veränderungen unterworfen sey.

Im J. 1800 fand Hr. v. Humboldt die Temperatur der Quelle *Mariara* zu $59^{\circ},3$ C., Rivero und ich dagegen im J. 1823 zu 64° C. Ein so beträchtlicher Unterschied, wie der von $4^{\circ},8$ C. kann nicht einem Fehler unserer Thermometer zugeschrieben werden, zumal da unsere Beobachtungen mit demselben zu Guayra und

Caracas vollkommen mit denen daselbst von Hrn. von Humboldt angestellten übereinstimmen. Eher ließe sich fürchten, daß, da die Quelle Mariara, einen beträchtlichen Bach bildet, die Beobachtungen nicht genau an derselben Stelle gemacht worden seyen, wiewohl im Allgemeinen der Beobachter, welcher die Temperatur einer heißen Quelle bestimmen will, sie nicht bloß an einer einzigen Stelle nimmt, sondern die heißeste aufzufinden sucht. Uebrigens verschwinden die Einwürfe, welche man gegen die Beobachtungen an der Mariara erheben könnte, vollkommen gegen die, welche bei der Quelle las Trincheras bei Puerto-Cabello gemacht wurden. Bei las Trincheras tritt das Wasser aus zwei kleinen dicht neben einander im Granit ausgehöhlten Bassins hervor. Das größte derselben faßt ungefähr zwei Kubikfuß. Hr. v. Humboldt giebt für die Temperatur des heißen Wassers von las Trincheras $90^{\circ},4$ C. an, wir dagegen fanden 23 Jahre später die Temperatur des einen Bassins $92^{\circ},2$ C. und des anderen 97° C. Unsere Beobachtungen wie die des Hrn. v. Humboldt sind im Februar angestellt. Es scheint demnach, daß sich während des kurzen Zeitraums von 23 Jahren die Temperatur der heißen Quellen von Mariara und las Trincheras um mehrere Grade erhöht habe. Es ist zu bemerken, daß in der Zwischenzeit, welche die Reise des Hrn. v. Humboldt von der unsrigen in der Küstenkette trennt, Venezuela durch das große Erdbeben vom 26. März 1812 erschüttert ward, welches zugleich Caracas und alle in der östlichen Cordillere liegenden Städte zerstörte und mehr als 30000 Menschen tödtete. Die heißen Quellen, welche aus dem Granit der Küsten-Cordillere entspringen, sind fast rein; sie enthalten nur eine kleine Menge Kieselerde gelöst und Schwefelwasserstoffgas gemengt mit etwas Stickgas. Ihre Zusammensetzung ist identisch mit der, die aus der Einwirkung des Wassers auf Schwefelsilicium erfolgen würde. Schüttet man Wasser auf Schwefelsilicium, so wird, un-

ter Wärmeerregung, ein Theil des Wassers zersetzt, und seine Elemente verbinden sich mit den Elementen des Schwefelsiliciums dergestalt, daß lösliche Kieselerde und Schwefelwasserstoffsäure gebildet werden, mit einem Wort es entsteht ein heißes Mineralwasser, das Kieselerde und Schwefelwasserstoffgas enthält. Und so ist auch die Zusammensetzung der heißen Mineralwässer in der Granitformation von Venezuela.

XXVII. *Einige Bemerkungen über die Temperatur der Quellen; von A. T. Kupffer.*

Quellen, die aus demselben Boden entspringen, zeigen oft um 1° und mehr verschiedene Temperaturen. Diese Erscheinung ist leicht zu erklären, da die Temperatur der Erde mit der Tiefe zunimmt, so muß eine Quelle desto wärmer seyn, je tiefer sie entspringt. Hat man nun mehrere solche Beobachtungen vor sich, so entsteht die Frage: welches ist die wahre Temperatur des Bodens an der Oberfläche oder in einer bestimmten Tiefe?

Wenn man die Tiefe wüßte, aus welcher eine Quelle entspringt, so wäre es leicht, ihre Temperatur auf die Tiefe 0° oder auf die Oberfläche zu reduciren; denn man weiß ziemlich genau, um wie viel die mittlere Temperatur der Erde mit der Tiefe zunimmt. Aber leider ist diese Tiefe durchaus unbekannt; nur so viel weiß man, je tiefer man in die Oberfläche eindringt, desto geringer sind die Aenderungen, die die Temperatur im Laufe eines Jahres erleidet. Man kann aber, wenn diese Aenderungen ganz verschwindend sind, wie es bei Mineralquellen (die aus einer sehr großen Tiefe hervordringen, und die immer wärmer sind, als die Quellen süßen Wassers) der Fall ist, aus ihrer Größe auf die Tiefe der Quelle schließen.

Es sey e die größte Aenderung, die die Temperatur einer Quelle im Lauf eines Jahres erleidet, oder die Differenz der größten und kleinsten Temperatur, u ihre Tiefe unterhalb der Oberfläche, so hat man bekanntlich:

$$v = Ae^{-\alpha u} + A'e^{-\alpha u \sqrt{2}} \dots \dots (I)$$

Hier bedeutet α den constanten Factor $\sqrt{\frac{h}{k}}$, der aus der Analyse Fourier's bekannt ist; A, A' sind willkürliche Constanten. Diese Formel ist nur annäherungsweise richtig, und kommt der Wahrheit desto näher, je größer u ist. Ist die Tiefe u beträchtlich, so kann man beim ersten Gliede stehen bleiben, und so schreiben:

$$v = A^n e^{-\alpha u} \dots \dots \dots (II)$$

Um die Resultate der Beobachtung mit dem Resultate dieser Formel zu vergleichen, wollen wir die Tiefen von derjenigen der kältesten Quelle (welche also der Oberfläche am nächsten liegt) an zählen, und den Differenzen der mittleren Temperaturen der Quellen gleich setzen; wir wissen ja, daß die Zunahme, welche die mittlere Temperatur der Erdschichten erleidet, der Zunahme ihrer Tiefe proportional ist.

Wahlenberg hat in der Nähe von Upsala die Temperatur von vier Quellen mit großer Sorgfalt beobachtet, und folgende Resultate erhalten:

No. 1. Quelle von Låfsbybackar bei Upsala.

1809.	1. Nov.	7°,2 C.	1810.	4. Jan.	3°,0 C.
	5. -	6,6	19. -		2,6
	11. -	5,9	27. -		2,5
	20. -	4,7	6. Febr.		2,3
	20. -	3,8	8. -		2,25
	5. Dec.	3,6	12. -		2,25
	13. -	3,6	22. -		1,9
	22. -	3,0	4. März		1,7
	24. -	3,1	13. -		1,5

1810. 25. April	1°,2 C.	1810. 3. Juni	4°,0
28. -	1,2	6. -	5,1
1. Mai	1,2	10. -	6,3
6. -	1,2	13. -	6,5
10. -	1,2	17. -	7,7
13. -	1,3	25. Aug.	12,5
18. -	1,2	1. Sept.	12,2
24. -	1,7	25. -	10,6
25. -	1,9	2. Oct.	10,0
28. -	2,5	12. -	8,9
30. -	3,2	25. -	6,8

Um aus diesen Beobachtungen die richtige mittlere Temperatur der Quelle zu erhalten, müßte man die Rechnung eben so führen, wie Hr. Erman es in seiner Abhandlung über die Quelltemperatur von Königsberg gethan hat; da aber hier keine so große Genauigkeit verlangt wird, so überhebe ich mich dieser Mühe, und vertheile nur die Beobachtungen gleichmäßig nach den Monaten, ehe ich ihr Mittel nehme. So erhalte ich:

29. November	3°,8 C.	27. März	1°,4 C. (¹)
24. December	3,1	28. April	1,2
27. Januar	2,5	28. Mai	2,5
22. Februar	1,8	27. Juni	8,4 (¹)
27. Juli	10,5 (¹)	25. September	10,6
25. August	12,5	25. October	6,8

Mittel 5°,44.

Für die übrigen Quellen setze ich nur die Beobachtungen her, die auf die letzten Tage jedes Monats fallen; wer sie vollständig haben will, kann die Abhandlung von Wahlenberg ²⁾, von der sich ein Auszug in diesen Annalen befindet, nachsehen.

1) Diese Zahlen sind durch Interpolation gefunden, da in dieser Zeit nicht beobachtet wurde.

2) Gilb. Annal. Bd. 41 S. 113.